

(19)日本特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-21532

(43)公開日 平成6年(1994)1月28日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 01 L 49/00  
F 16 C 17/10

識別記号

片内整理番号  
Z 8728-4M  
A 8613-3J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全6頁)

(21)出願番号

特願平4-177062

(22)出願日

平成4年(1992)7月3日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 草木 寧司

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

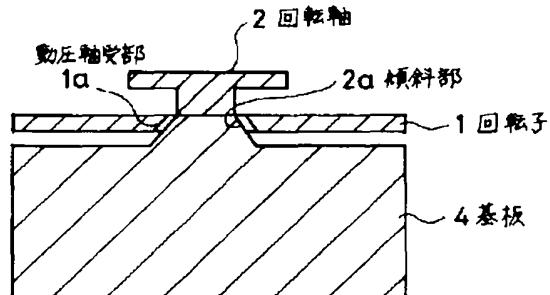
(74)代理人 弁理士 松隈 秀盛

(54)【発明の名称】 微小回転機構

(57)【要約】

【目的】 回転子の安定回転時において、回転子が回転軸と、アキシャル方向のみではなく、ラジアル方向にも摩擦接触することなく、回転ロスを大幅に減らすことができる微小回転機構を得ることを目的とする。

【構成】 基板4上に回転軸2を有し、回転子1により回転する微小回転機構において、この回転軸2の回転子1と対向する面と、回転軸2の中心軸を含む平面との交線は、この中心軸に対して斜めになっている微小回転機構である。



本発明 微小回転機構の一実施例

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に回転軸を有し、回転子により回転する微小回転機構において、上記回転軸の回転子と対向する面と、回転軸の中心軸を含む平面との交線は、この中心軸に対して斜めになっていることを特徴とする微小回転機構。

【請求項2】 回転軸の回転子と対向する面は、グループを有するものであることを特徴とする請求項1記載の微小回転機構。

【請求項3】 グループは、フィッシュボーン形状を有するものであることを特徴とする請求項2記載の微小回転機構。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、いわゆるマイクロマシンの分野に属する微小回転機構に関する。

## 【0002】

【従来の技術】昨今、超小型の機械を意味するマイクロマシンが、大学や学会だけにとどまらず、産業界でも口頭に上ることが多くなってきた。米国の半導体研究者を中心に研究が活発化したマイクロマシンは、アクチュエーターや歯車などの機械素子とセンサや演算制御回路などの電子素子を同時に作製し、マイクロサイズのメカトロニック・システムを創製しようというものである。このテーマは、電子工学にとどまらず、多くの分野の研究者に大きな夢を抱かせるものである。特に、機能材料をはじめとする材料物性研究と応用研究との距離が従来以上に近くなる分野でもある。

【0003】マイクロマシンの分野に属するものの1つとして微小回転機構というものがある。これは、シリコンなどの基板上に作られる可動機構素子、すなわち、シリコンなどの基板上に半導体製造プロセスである写真露光技術によるパターン形成、CVD法などによる薄膜形成、選択的エッチング等を駆使して、回転軸及び回転子を作製したものである。

【0004】図5及び図6は、この微小回転機構の例を示したものである。ここで、図5の中央にある8つの突起を持っているものが、多結晶シリコン（ポリシリコン）でできた回転子1であり、それを取り囲んでいる12本の突起が固定子7である。回転子1は、回転子1が飛び出さないようにするためのストッパーを上部に持つ回転軸2に対して、回転自在に配されている。

【0005】上述の固定子に電圧を印加すると、回転子1の外側に反対の電荷が寄ってきて集まり、固定子7と回転子1は、引きつけ合うことになる。この電圧を交流として、固定子7の電圧を順に変わるように回して行くと、回転子1は、それぞれ、次の固定子7に引き付けられて回転するようになる。以上が駆動原理である。

【0006】次に、この微小回転機構の製造方法を図7～図9を用いて、具体的に説明することとする。まず、

2

図7Aに示すように、Siよりなる基板4をO<sub>2</sub>やH<sub>2</sub>Oの酸化性雰囲気の中で高温に熱し、酸化膜のSiO<sub>2</sub>層を基板4上に形成する。次に、高分子材であるフォトレジスト8をSiO<sub>2</sub>上に塗布する（図7B）。次に、露光マスク9を用いてパターン通りにフォトレジストを感光させる（図7C）。次に、余分なフォトレジスト8を洗浄して除去する（図8A）。次に、HF水溶液を用いて露出しているSiO<sub>2</sub>層のみを溶かし、レジスト8や基板4は侵さないようする（図8B）。次に、有機溶剤を用いて、レジスト8を除去する（図8C）。次に、回転子1になるポリシリコン（Poly Si）層をPSG層（第1層）のSiO<sub>2</sub>層上にCVD（ケミカルベーパーデポジション）法を用いて形成する。すなわち、図9Aに示すポリシリコン層（第2層）である。ここで、除去されるSiO<sub>2</sub>層をPSG（犠牲層）と呼ぶのは、完成時には除去されてしまうためである。次に、回転軸2を形成するための前工程として、再びSiO<sub>2</sub>層をCVD法により形成する。すなわち、図9Bに示すSiO<sub>2</sub>層からなるPSG層（第3層）である。次に、20回転軸2となるポリシリコン層をCVDにより形成する。すなわち、図9Cに示すポリシリコン層（第4層）である。最後に、図9Dに示すように、再び、HF水溶液を用いてSiO<sub>2</sub>層のみを除去することにより、微小回転機構が完成する。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の微小回転機構では、構成部自体の大きさが微小であるため、ころがり軸受けなどの回転をスムーズにさせる構成部品を設けることができない。

30 【0008】また、オイルやグリースなども粘性ロスが大きくなるので使用できないため、このままでは、回転子1と、基板4または回転軸2と間の摩擦が大きく、微小回転機構自体の寿命も短くなってしまうといった問題があった。

【0009】特に、半導体プロセスを応用した稼働機構は、平面的であり、厚みのある立体構造を探ることが困難であるため、回転子1のラジアル方向に対する回転軸2との摩擦、摩耗についてあまり考慮が払われていないなどの問題があった。

40 【0010】本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、回転子の安定回転時において、回転子が回転軸と、アキシャル方向のみではなく、ラジアル方向にも摩擦接触することはなく、回転ロスを大幅に減らすことができる微小回転機構を得ることを目的とする。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の微小回転機構は、例えば図1に示すように、基板4上に回転軸2を有し、回転子1により回転する微小回転機構において、この回転軸2の回転子1と対向する面と、回転軸2の中心軸を含む平面との交線は、この中心軸に対して斜めにな

50

っているものである。

【0012】また、本発明の微小回転機構は、回転軸2の回転子1と対向する面が、グループを有するものである上述構成の微小回転機構である。また、本発明の微小回転機構は、グループが、フィッシュボーン形状を有するものである上述構成の微小回転機構である。

#### 【0013】

【作用】本発明の微小回転機構によれば、基板4上に回転軸2を有し、回転子1により回転する微小回転機構において、この回転軸2の回転子1と対向する面と、回転軸2の中心軸を含む平面との交線は、この中心軸に対して斜めになっているものとすることにより、回転軸2の傾斜部2a及び回転子1で動圧効果を発生しているため、安定回転時には、回転軸2と回転子1は、摩擦接触することではなく、これは、アキシャル方向のみではなく、従来余り考慮されいなかつたラジアル方向にも効果が現れ、厚みの余りない構造においても、回転ロスを大幅に減らすことができる。

【0014】また、本発明の微小回転機構によれば、回転軸2の回転子1と対向する面が、グループを有するものである上述構成の微小回転機構とすることにより、上述の効果にさらに、溝パターンによる動圧効果を発生させ、回転子1のラジアル方向、アキシャル方向の両方向をエアフィルムで受け、回転ロスを減少させることができる。

【0015】また、本発明の微小回転機構によれば、グループが、フィッシュボーン形状を有するものである上述構成の微小回転機構とすることにより、上述の効果にさらに、フィッシュボーン形状の溝パターンによる一様な高い動圧効果を発生させ、回転子1のラジアル方向、アキシャル方向の両方向をエアフィルムで受け、回転ロスを減少させることができる。

#### 【0016】

##### 【実施例】

【0017】以下、本発明微小回転機構の一実施例について図1～図3を参照しながら、製造方法とともに説明することとする。

【0018】まず、図2Aに示すように、基板4を円錐形の一部を形成するようにエッチングして、傾斜部2aを作製する。次に、基板4の傾斜部2aに、図4に示すようなフィッシュボーン形状の溝パターンをフォトリソグラフィにより形成する(図2B)。

【0019】次に、基板4上にSiO<sub>2</sub>層4aをCVDにより形成する(図2C)。次に、このSiO<sub>2</sub>層4a上に回転子1となるポリシリコンをCVDにより形成する(図2D)。次に、このポリシリコン層1の上に、回転軸2を形成する前工程としてCVDによりSiO<sub>2</sub>膜4bを形成する(図3A)。

【0020】次に、円錐形の一部を形成した傾斜部2a上に、回転軸2となるポリシリコンをCVDにより形成

する(図3B)。ここで、回転軸2は、回転子1を保持するものであり、回転軸2は途中から、下部に行くに従って円錐状に広がった形状を維持しながら基板4と連続している。この円錐形の部分において回転子1と接するものである。また、回転軸2の上部には、回転子1が脱離しないように円盤状のストッパーが設けられている。

【0021】最後に、HF水溶液を用いて、全てのSiO<sub>2</sub>層を除去し、本例の微小回転機構が完成する(図3C、図1)。ここで、回転子1は、回転軸2に保持され、この回転軸2を中心として回転するところのものであり、本例の微小回転機構の中心的な構成をなすものである。この回転子1の回転軸2と接触する内周面(動圧軸受け部1a)は、回転軸2の円錐部と同じ形状を有するものであり、回転子1が静止しているときには、回転軸2に密着するようになる。また、この回転軸2の動圧軸受け部1aの直径は、適当な範囲とすることにより、回転子1の下面が基板4の上面と接触しないように、一定の隙間を確保するようとする。

【0022】ここにおいて、回転軸2の傾斜部2aを形成する方法としては、基板4を異方性エッチングなどで削って形成する方法の他に、基板4上にCVD法などで膜形成した後に、作製する方法でも形成できる。また、回転軸2の上部及び回転子1は、上述したように、膜形成と選択的エッチングなどを駆使して構成することができる。

【0023】回転軸2の傾斜部2aには、写真露光技術によるパターン形成とエッチングを駆使して、図4の例に示したような溝パターンを形成し、回転子1の回転により動圧効果でエアフィルムが発生するようしている。溝パターンは、図4のフィッシュボーン形状に限らず、スパイラル形状のものなどでも動圧効果を出すことができる。

【0024】また、図1の見てもわかるように、静止状態では、回転子1は、基板4とは接触しておらず、回転軸2の傾斜部2aのみと接触しているので、図6の従来例(図の表現により、回転子1と基板4は接触していないが、回転子の静止時には、回転子1の底面全体が基板4の上面と接触することになる。)の回転子1よりも、接触面積が少なく、スティクションという回転子1が張りついで動作不能となってしまう現象を防ぐことができる。また、本例は、モータの回転部分のみならず、動力伝達手段である歯車などの回転機構に対しても有効である。

【0025】以上のように、本例によれば、基板4上に回転軸2を有し、回転子1により回転する微小回転機構において、この回転軸2の回転子1と対向する面と、回転軸2の中心軸を含む平面との交線は、この中心軸に対して斜めになっているものとすることにより、回転軸2の傾斜部2a及び回転子1で動圧効果を発生しているため、安定回転時には、回転軸2と回転子1は、摩擦接触

5

することではなく、これは、アキシャル方向のみではなく、従来余り考慮されいなかつたラジアル方向にも効果が現れ、厚みの余りない構造においても、回転ロスを大幅に減らすことができる。また、二次的効果として、構成上、静止時には、回転軸2と回転子1は、傾斜部2aでのみ接触することになるので、従来のものよりも、接触面積が、かなり小さいのでスティクションを防止することができる。さらに、本例を実施するに当たっては、従来からの半導体製造プロセスの応用で製造することができるので、大量生産が可能である。

【0026】また、本例によれば、回転軸2の回転子1と対向する面が、グループを有するものである上述構成の微小回転機構とすることにより、上述の効果にさらに、溝パターンによる動圧効果を発生させ、回転子1のラジアル方向、アキシャル方向の両方向をエアフィルムで受け、回転ロスを減少させることができる。

【0027】また、本例によれば、グループが、フィッシュボーン形状を有するものである上述構成の微小回転機構とすることにより、上述の効果にさらに、フィッシュボーン形状の溝パターンによる一様な高い動圧効果を発生させ、回転子1のラジアル方向、アキシャル方向の両方向をエアフィルムで受け、回転ロスを減少させることができます。

【0028】なお、本発明は上述の実施例に限らず本発明の要旨を逸脱することなくその他種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、回転軸2の傾斜部2a及び回転子1で動圧効果を発生しているため、安定回転時には、回転軸2と回転子1は、摩擦接触することなく、これは、アキシャル方向のみではなく、従来余り考慮されいなかつたラジアル方向

6

にも効果が現れ、厚みの余りない構造においても、回転ロスを大幅に減らすこと、すなわち、溝パターンによる動圧効果を発生させ、回転子1のラジアル方向、アキシャル方向の両方向をエアフィルムで受け、回転ロスを減少させることができる。また、二次的効果として、構成上、静止時には、回転軸2と回転子1は、傾斜部2aでのみ接触することになるので、従来のものよりも、接触面積が、かなり小さいのでスティクションを防止することができます。

10 従来からの半導体製造プロセスの応用で製造することができるので、大量生産が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明微小回転機構の一実施例を示す構成図である。

【図2】本発明微小回転機構の一実施例の製造過程図である。

【図3】本発明微小回転機構の一実施例の製造過程図である。

【図4】動圧軸受け部の溝パターン例を示す説明図である。

20 【図5】従来の微小回転機構の例を示す構成図である。

【図6】従来の微小回転機構の例を示す構成図である。

【図7】従来例の微小回転機構の製造過程図である。

【図8】従来例の微小回転機構の製造過程図である。

【図9】従来例の微小回転機構の製造過程図である。

【符号の説明】

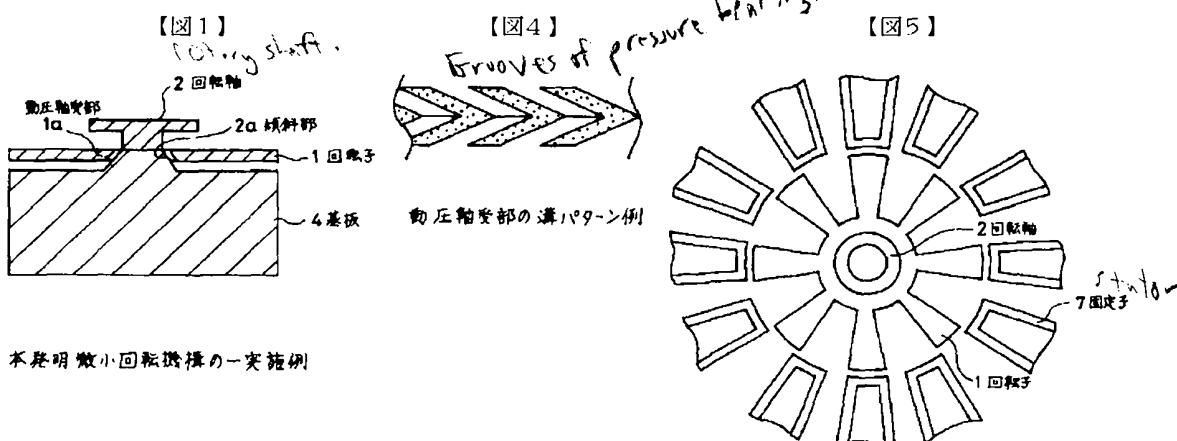
1 回転子

1a 動圧軸受け部

2 回転軸

30 2a 傾斜部

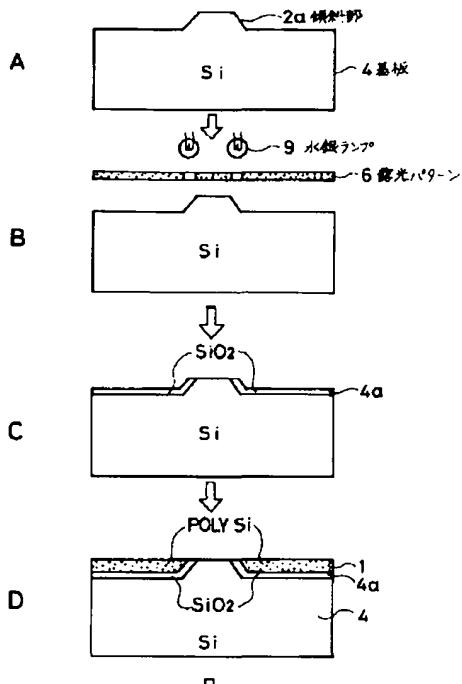
4 基板



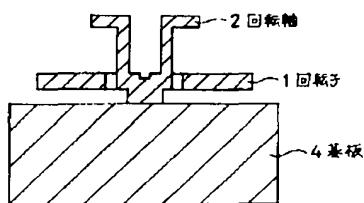
本発明微小回転機構の一実施例

従来の微小回転機構の例

【図2】

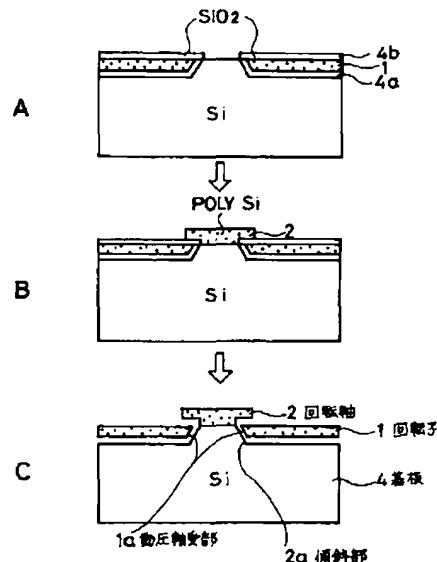
本発明微小回転機構の一実施例の  
製造過程図

【図6】

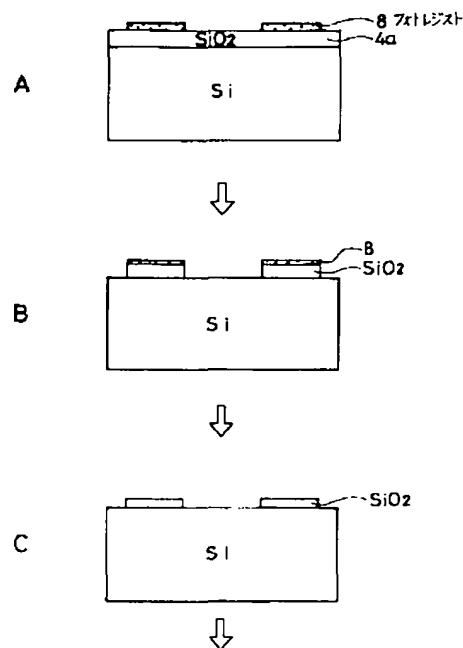


従来の微小回転機構の例

【図3】

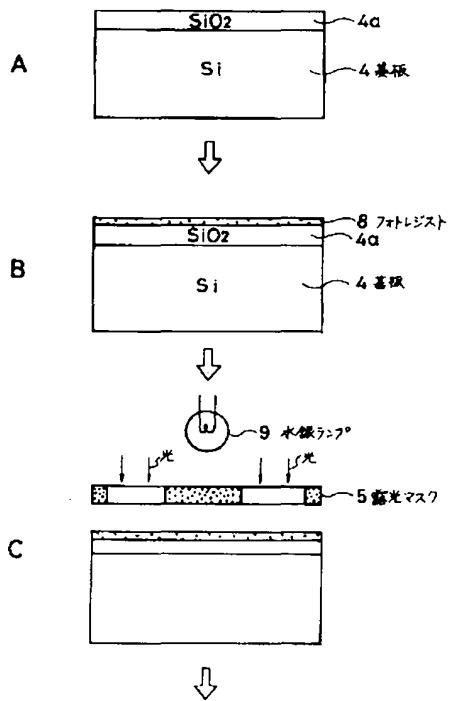
本発明微小回転機構の一実施例の  
製造過程図

【図8】



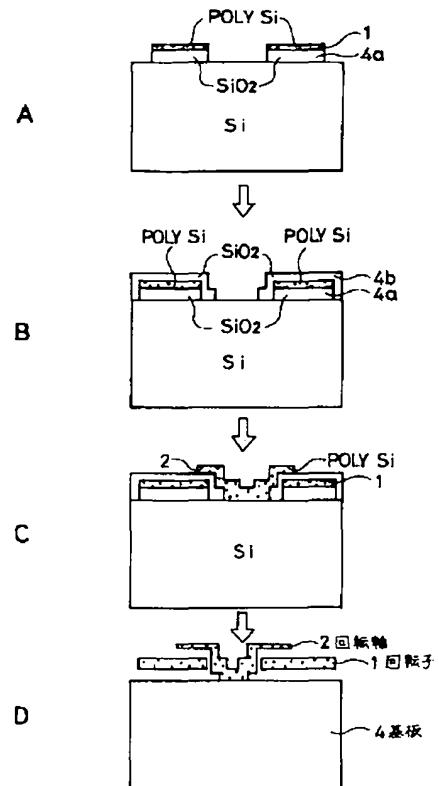
従来例の微小回転機構の製造過程図

【図7】



従来例の微小回転機構の製造過程図

【図9】



従来例の微小回転機構の製造過程図

PAT-NO: JP406021532A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06021532 A  
TITLE: MICROSCOPIC ROTATING MECHANISM  
PUBN-DATE: January 28, 1994

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
KUSAKI, KENJI

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME SONY CORP COUNTRY  
N/A

APPL-NO: JP04177062  
APPL-DATE: July 3, 1992

INT-CL (IPC): H01L049/00, F16C017/10

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a microscopic rotating mechanism of a structure, wherein a rotator does never make a frictional contact with a rotating shaft not only in the axial direction but also in the radial direction at the time of stable rotation of the rotator and a loss of rotation can be significantly reduced.

CONSTITUTION: A microscopic rotating mechanism, which has a rotating shaft 2 on a substrate 4 and is rotated by a rotator 1, is a microscopic rotating mechanism of a structure, wherein the line of intersection of the surface, which opposes to the rotator 1, of this rotating shaft 2 with the plane

including the central axis of the rotating shaft 2 is formed obliquely to this central axis.

COPYRIGHT: (C) 1994, JPO&Japio